



“Desarrollo e implementación de un sistema móvil para recolección de datos para el Monitoreo Poblacional de Aves en Agroecosistemas”

Proyecto Final de Carrera

Autor:

Calgaro, Gabriela María del Rosario

Directora:

Dra. Ballejos, Luciana

Co-Director:

Ing. Giorgetti, Carlos

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Santa Fe

Ingeniería en
Sistemas de Información

Año: 2012

Desarrollo e implementación de un sistema móvil de recolección de datos para el Monitoreo Poblacional de Aves en Agroecosistemas

Abstract. El uso de tecnologías móviles brinda inmensas posibilidades de innovación permitiendo agilizar y facilitar distintas actividades.

En el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se lleva adelante un proyecto denominado Monitoreo Ecotoxicológico de Biodiversidad en Agroecosistemas. El mismo involucra, entre otras actividades, la observación anual de poblaciones de aves en regiones productivas con el fin de realizar un seguimiento en la evolución de su estado y tendencias en las poblaciones. Para esto han diseñado un esquema de muestreo por medio de formularios en papel, cuyos datos son volcados en un sistema de información geográfico que posibilita el mapeo, análisis y representación de la información. El proceso manual de recolección de datos trae aparejado problemas de pérdida y errores en los mismos, afectando la calidad de los análisis realizados.

El presente trabajo describe la utilización de tecnología móvil para la automatización de la recolección de los datos. Así, se aprovechan las ventajas de las nuevas tecnologías móviles para lograr dar un salto de calidad no sólo en la manera en que se desarrollan las actividades de relevamiento de la información y carga de datos en la actualidad, sino también, en la consistencia y calidad de los análisis realizados con los mismos.

1 Introducción

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (INTA, 2012) lleva adelante desde el año 2001 un proyecto denominado “Monitoreo Ecotoxicológico de Biodiversidad en Agroecosistemas”, que abarca el estudio de animales, cultivos y agroquímicos en las provincias que integran la Región Pampeana. El proyecto de referencia está coordinado desde el Instituto de Recursos Biológicos Castelar, con el apoyo de la Estación Experimental Paraná. Además, cuenta con la participación y colaboración de varias unidades de investigación y extensión del INTA, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales nacionales e internacionales, entre las que se destacan el INDEC, SENASA, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Direcciones de Fauna de las Provincias de Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, y La Pampa.

El estudio involucra, entre otras actividades, la observación anual de poblaciones de aves en regiones productivas con el fin de realizar un seguimiento en la evolución de su estado y tendencia de las poblaciones para evaluar potenciales efectos de contaminación y cambios en el uso de la tierra a nivel regional.

Las aves son el grupo más estudiado de la fauna silvestre y se usan como indicadores de la calidad ambiental general. Constituyen un buen parámetro de medición de biodiversidad y vulnerabilidad ambiental, ya que son muy sensibles a la disminución

de los recursos o la contaminación, por lo que responden rápidamente a los cambios que se producen en su hábitat.

La toma de muestras en el proceso de recolección se realiza utilizando el método de conteo por puntos (Ralph y otros, 1996), una de las técnicas más utilizadas en la actualidad para muestrear poblaciones y comunidades de aves. Mediante este método el INTA fijó 86 rutas. Cada ruta está formada por 30 puntos de muestreo equidistantes entre sí (1 km), cuyas coordenadas geográficas son calculadas con GPS.

Para dar soporte a este proyecto, el INTA cuenta actualmente con un sistema de información geográfico (GIS) (Sendra, 2002), BirdGis (Còccola y Pereyra, 2009), orientado a uso científico, que posibilita el ingreso, almacenamiento, análisis, proceso y distribución de la información sobre el monitoreo poblacional de aves en forma precisa, confiable, coherente y consistente. Este sistema permite la automatización de todo el proceso una vez recogidos los datos en campo. Sin embargo, la recolección de datos es realizada manualmente en formularios en papel, con formato preestablecido.

La calidad de la información y datos recolectados en los muestreos en campo es un aspecto crítico para el Monitoreo de Aves en Sistemas Productivos. Estos datos son la base para la toma de decisiones con distintos propósitos, como ser:

- Evaluación de tendencias poblacionales en el futuro.
- Evaluación de efectos de los distintos usos de la tierra.
- Evaluación del uso de plaguicidas en el campo.
- Análisis de impacto de prácticas agrícolas.
- Establecimiento de prioridades de investigación en agroecología.
- Realización de acciones de educación ambiental con el propósito de prevenir y corregir dificultades.
- Conservación de la fauna silvestre, entre otros.

La falta de herramientas eficientes para gestionar el proceso de recolección de los datos llevado adelante en campo, favorece la generación de inconsistencias al administrar la información en forma manual y desestructurada. La mayoría de estos problemas suceden por no contar con el apoyo tecnológico necesario, además de la lentitud, inexactitud y propensión a errores que tiene la recolección manual de datos.

La migración del proceso de recolección manual en formularios en papel a procesos automatizados mediante formularios electrónicos en dispositivos móviles, tiene la cualidad de acelerar la captura de los datos, facilitar el flujo de información, tener mayor control sobre las entradas, además de reducir tiempos y costos (Bianco, 2005). Por lo tanto, un sistema móvil para cubrir las necesidades de esta etapa del proceso de monitoreo de aves en sistemas productivos constituye una herramienta muy valiosa para poder obtener información y datos, confiables y de alta calidad. Básicamente, el sistema de software propuesto contempla la automatización de la recolección de los datos que son entradas del sistema BirdGIS y que permita:

- Prevenir y detectar errores en los datos a través de procedimientos de verificación en el sistema móvil.
- Evitar o eliminar las inconsistencias, errores y datos faltantes, antes de que los datos ingresen al GIS.
- Evitar interpretaciones equivocadas y descuidos importantes.
- Automatizar la recolección evitando la lentitud que implica el proceso manual.

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo e implementación del sistema móvil, *BirdMovil*, para lograr la automatización de la recolección de los datos para el proyecto de Monitoreo Ecotoxicológico de Biodiversidad en Agroecosistemas, a fin de complementar al sistema actualmente utilizado.

2 Desarrollo de BirdMovil

Para cumplir con el objetivo, fue necesaria una evaluación de las necesidades de la organización respecto a las funcionalidades que debía proveer el sistema móvil. Para lograrlo, se consideraron no sólo el sistema BirdGIS existente, sino también los datos requeridos por el mismo y los formularios utilizados por los observadores en campo.

Las actividades ejecutadas para cubrir las funcionalidades requeridas fueron:

- Evaluación y selección de una metodología de desarrollo.
- Diseño de un modelo conceptual de datos basado en el diseño de la base de datos normalizado del sistema BirdGis.
- Selección de tecnologías para el desarrollo e implementación del sistema.
- Diseño de una interfaz gráfica que facilite la interacción de los usuarios con el sistema y dispositivo móvil.
- Construcción e implementación de un sistema que permita la carga de datos al dispositivo móvil teniendo en cuenta la información requerida en los formularios utilizados.
- Realización de la documentación del proyecto y el manual de usuario.

2.1 Metodología de desarrollo

La metodología de trabajo propuesta para el desarrollo de BirdMovil fue semejante a la Metodología Clásica o Modelo en Cascada (Sommerville, 2010), ya que reúne las condiciones necesarias para un proyecto de este tipo: requerimientos bien comprendidos desde el inicio del proyecto y con baja probabilidad de cambio durante el desarrollo.

llo del mismo. Esto es así porque BirdMovil fue desarrollado para complementar un sistema ya existente -BirdGis- y en uso en la actualidad.

Utilizar esta metodología permitió tener un modelo fácil y sencillo tanto para el desarrollo del sistema, como para la gestión del proyecto en su totalidad.

2.2 Modelo conceptual

El diseño del modelo conceptual de datos para BirdMovil se llevó adelante tomando como base la información de los formularios utilizados por los observadores para realizar los muestreos en campo, y el modelo de la base de datos normalizado utilizado por el sistema BirdGis, al cual el sistema móvil daría soporte.

Para el diseño del modelo de datos se tuvo presente, además, la capacidad limitada de almacenamiento de un dispositivo móvil. Por este motivo se evitó la complejidad y la redundancia en el diseño de las tablas, a fin de facilitar y lograr una gestión eficiente del repositorio de datos.

En el diagrama de la Figura 1 se pueden observar las principales tablas que se incluyeron en el sistema. En este diagrama sólo se incluyeron tablas asociadas al proceso de recolección de los datos.

La tabla *ruta* almacena los datos sobre las rutas que se cargan al dispositivo y que deben ser relevadas. La tabla *punto* almacena los datos sobre los puntos asociados a cada ruta. En el diagrama se pueden observar tres tablas asociadas de manera directa con la tabla *punto*. Estas tablas (*registro_estructura*, *registro_abundancia* y *registro_pres_aus*) son utilizadas para la gestión de los tres relevamientos que deben hacerse para cada punto de las rutas. Así, la tabla *registro_estructura* almacena los datos sobre la estructura del hábitat observado en cada punto en el momento del muestreo. Por otro lado, *registro_abundancia* almacena los datos sobre los registros de abundancia de especies observados de cada punto. Finalmente, *registro_pres_aus* almacena los datos sobre los registros de presencia/ausencia de especies observados de cada punto.

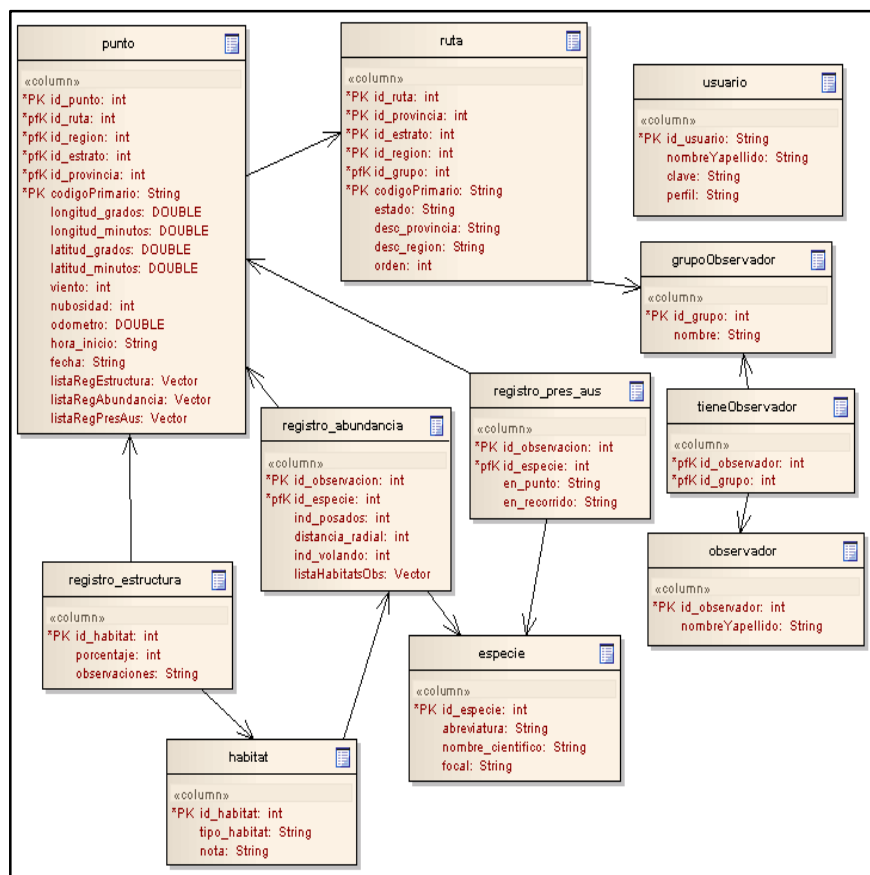


Fig. 1. Modelo de datos.

2.3 Selección de la tecnología

Para elegir con qué tecnologías trabajar se consideró que en la actualidad hay una gran disparidad de plataformas de desarrollo: hay más de un sistema operativo para dispositivos móviles y todos están queriendo ocupar su lugar en el mercado. Debido a esta variedad de plataformas, se buscaron herramientas que permitan desarrollar aplicaciones que se puedan ejecutar en varias plataformas, y, de esta manera, no restringir al uso de dispositivos con una plataforma específica. Por otro lado, se tuvo en cuenta para la elección que las tecnologías fueran todas herramientas de tipo Open-Source (Open Source Initiative, 2012) y multiplataforma. Por todo ello, se decidió utilizar Java para el desarrollo de BirdMovil, considerando su virtud principal: la habilidad para ejecutarse en distintas plataformas. Específicamente, se seleccionó la edición J2ME (Oracle-Java ME, 2006) de Java, la cual está orientada a los dispositivos móviles.

La posibilidad de ejecutar el sistema en varios dispositivos hizo que se deban considerar aspectos de interfaz gráfica que dependen del tipo de dispositivo que ejecuta la aplicación como: resolución, apariencia, número de colores, velocidad del dispositivo, etc. (Oracle-LWUITDeveloper Guide, 2012). Para resolver este problema se utilizó Lightweight User Interface Toolkit (LWUIT) (Oracle-LWUIT, 2012). Esta es una librería de interfaz de usuario para utilizar con la plataforma J2ME.

Durante el desarrollo del sistema fue muy útil contar con emuladores de dispositivos para facilitar la prueba y demostraciones del sistema, dado que no siempre es posible contar con un dispositivo para validar las funcionalidades y muchas veces resulta más ágil utilizar emuladores. Para este proyecto se trabajó con el emulador de Sun Java Wireless Toolkit 2.5.2 (WTK2.5.2) (Oracle-WTK, 2006). La herramienta fue utilizada en modo standalone para pruebas y demostraciones del sistema, fuera del entorno de desarrollo, y con el IDE NetBeans (NetBeans, 2012) durante el desarrollo.

La Figura 2 muestra el emulador ejecutando BirdMovil.



Fig. 2. Emulador Sun Java Wireless Toolkit.

2.4 Diseño de interfaz gráfica

Para el desarrollo de BirdMovil se ha prestado especial atención al diseño de la interfaz de usuario, dado que en dispositivos móviles, en general, no se cuenta con la misma extensión de pantalla que en una computadora convencional, lo que limita la

cantidad de funcionalidad y componentes que pueden ser desplegados en una pantalla de la aplicación al mismo tiempo.

Además, hay condiciones del ambiente que determinan la forma en que un usuario interactúa con su dispositivo, como ser: la comodidad para visualizar la pantalla del equipo durante el ingreso de los datos, el nivel de ruido del ambiente, la iluminación, si está en movimiento o no, entre otros factores. Por ello, estas condiciones han sido tenidas en cuenta en el diseño de la interfaz de la aplicación para lograr un uso efectivo de la misma. En relación a esto, Bianco (2005) trata en detalle aspectos relacionados con el diseño de interfaces móviles. Algunas cuestiones que fueron consideradas para el diseño de la interfaz de usuario de BirdMovil son las siguientes:

- Minimizar el movimiento de los dedos y minimizar el intercambio repetido del uso de teclado pantalla. Es decir, el ingreso de los datos no debe requerir continuamente que el usuario deje de usar la pantalla sensitiva para usar el teclado.
- Restringir la funcionalidad de cada pantalla, enfocándose en tareas claves.
- Minimizar el uso de opciones, haciendo la funcionalidad lo más concreta posible.
- Hacer la interfaz lo más simple posible, de manera que sea familiar para el usuario.
- En la mayoría de los casos se trato de usar un sólo componente gráfico por línea.

En la Figura 3 y la Figura 4 se muestran dos menús de BirdMovil.



Fig. 3. Menú Principal de BirdMovil.



Fig. 4. Menú Punto de BirdMovil.

2.5 Construcción de BirdMovil

Para la construcción de BirdMovil se utilizaron técnicas del modelado orientado a objetos. La Figura 5 muestra el Diagrama de Casos de Uso de la aplicación.

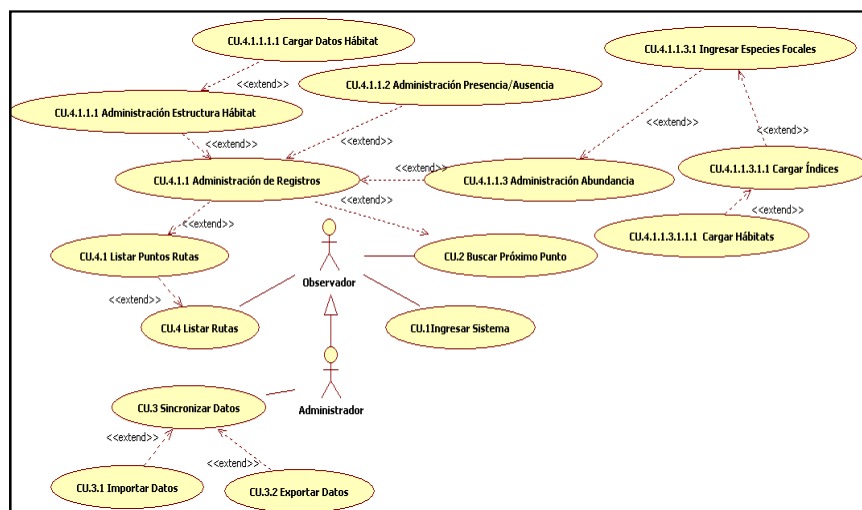


Fig. 5. Diagrama de Casos de Uso.

Para mostrar los componentes en que se ha dividido el sistema y las dependencias entre éstos, se generó el Diagrama de Componentes que muestra la Figura 6, el mismo muestra cómo se dividió el código en partes lógicas. Esto facilitó el manejo del código y de las distintas partes de la aplicación.

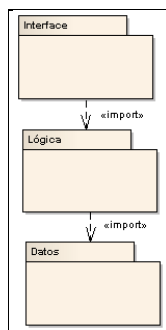


Fig. 6. Diagrama de Componentes.

El componente *Interface* de la Figura 6 representa la capa de interfaz de usuario. Es la que interactúa con el usuario y responsable de obtener los datos de la capa Lógica, mostrarlos, validar los ingresos de los usuarios y enviarlos a la capa Lógica.

El componente *Lógica* de la Figura 6 representa la capa que permite la comunicación entre la capa de Interface y la de Datos. Es la responsable de la lógica del sistema, cuyo diagrama de clases se presenta en la Figura 7.

El componente *Datos* de la Figura 6 representa la capa que es responsable de la gestión de los datos almacenados en el repositorio. La Figura 8 presenta su diagrama de clases asociado, estas clases se encargan de funcionalidad asociada al acceso, modificación, creación y eliminación de entidades del repositorio de datos.

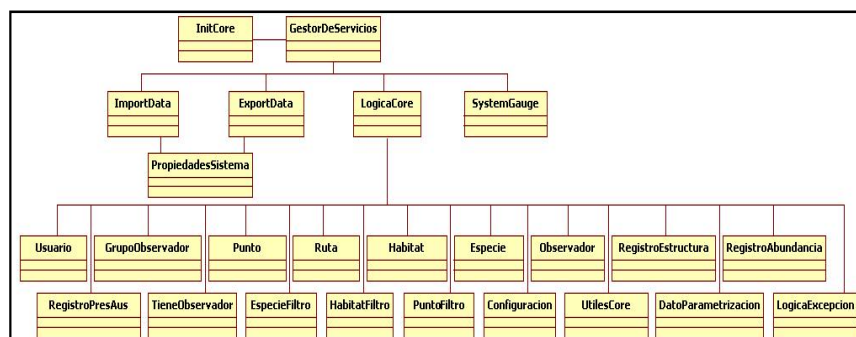


Fig. 7. Diagrama de Clases Capa Lógica.

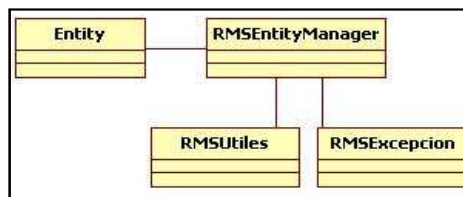


Fig. 8. Diagrama de Clases Capa de Datos.

2.6 Características de BirdMovil

Tal como muestra la Figura 3, el sistema desarrollado cuenta con un *Menú Principal* que se divide en los siguientes módulos:

- *Rutas*: Módulo de interfaz de usuario que permite básicamente seleccionar la ruta con la que se desea trabajar, los puntos de la misma que desea relevar y, a partir de ello, acceder al menú *Menú Punto* (Figura 4), que permite el registro de la información del punto.
- *Próximo Punto*: Módulo de interfaz de usuario que permite el ingreso rápido al próximo punto a muestrear, sin tener que seleccionar una ruta y puntos anteriormente. Agiliza el registro de la información en cada punto, ahorrando pasos dentro del sistema.
- *Sincronización*: Permite la carga y descarga de datos del dispositivo móvil.

En cada punto de la ruta los observadores tienen que realizar tres tipos de registros: “registro de la estructura del hábitat”, “registro de abundancia de especies” y “registro de presencia/ausencia de especies”. Para realizar estos registros el sistema tiene un menú, *Menú Punto* (Figura 4), que permite el ingreso de la información de cada uno de estos tres registros.

Al *Menú Punto* se puede acceder tanto desde el módulo *Rutas* como desde el módulo *Próximo Punto* del *Menú Principal*. El *Menú Punto* se divide a su vez en 4 módulos como se puede ver en la Figura 4:

- *Hábitats*: Módulo que permite al observador ingresar, almacenar, modificar, eliminar y consultar datos sobre el registro de la estructura del hábitat.
- *Abundancia*: Módulo de interfaz de usuario que permite al observador ingresar, almacenar, modificar, eliminar y consultar datos sobre el registro de abundancia de aves.
- *Presencia/Ausencia*: Módulo de interfaz de usuario que permite al observador ingresar, almacenar, modificar, eliminar y consultar datos sobre el registro de presencia/ausencia de aves.
- *Información*: Módulo de interfaz de usuario que permite al observador consultar la información que hay disponible en el dispositivo sobre el punto que se encuentra muestreando.

Carga de datos de muestreo.

A continuación se muestra a modo de ejemplo el procedimiento para la carga del Registro de Presencia/Ausencia de especies en un punto específico.

Para ingresar estos datos, se debe seleccionar la opción *Presencia/Ausencia* del *Menú Punto* (Figura 11) al cual se accede a través del módulo *Rutas* del *Menú Principal* (Figura 3).

Al ingresar al módulo *Rutas* el sistema muestra la lista de rutas disponibles (Figura 9). A continuación, al seleccionar de esta lista la ruta con que se desea trabajar, el sistema muestra la lista de puntos disponibles para muestrear (Figura 10) de la ruta. De la lista de puntos se debe seleccionar el punto a muestrear y el sistema mostrará el *Menú Punto* para ingresar los datos sobre el registro de Presencia/Ausencia de aves.



Fig. 9. Lista de rutas.



Fig. 10. Lista de puntos.



Fig. 11. Menú Punto.

Al seleccionar la opción *Presencia/Ausencia* (Figura 11), a continuación, el sistema muestra la lista de especies disponibles para seleccionar (Figura 12). Para realizar el registro de la presencia de especies que se observen tanto en el recorrido (de punto a punto) como en el punto, es necesario seleccionar individualmente de esta lista las especies observadas.

Al seleccionar una especie de la lista de especies el sistema permite indicar si ha sido vista en el punto, en el recorrido o en ambos como se muestra en la (Figura 13). Una vez tildada la opción correspondiente, se debe seleccionar la opción Aceptar en la parte inferior izquierda de la pantalla (Figura 13), para confirmar los datos ingresados. Luego el sistema muestra a modo informativo en la lista de especies, la opción anteriormente ingresada para la especie, tal como muestra la (Figura 14).



Fig. 12. Lista de especies.



Fig. 13. Registro de lugar donde existe presencia.

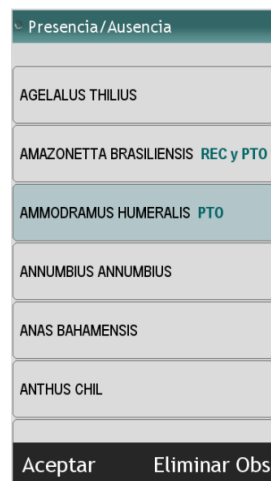


Fig. 14. Información de presencia en Punto.

Una vez registradas todas las especies observadas, se debe seleccionar la opción Aceptar en la parte inferior izquierda de la pantalla de la Figura 14, para guardar el registro de presencia/ausencia de especies para el punto.

Siguiendo una metodología semejante a la descrita anteriormente, se realizan los demás registros para cada punto de las rutas a relevar. El detalle de cada una de las funcionalidades del sistema es desarrollado en el Manual de Usuario de BirdMovil.

Carga de datos en dispositivo móvil.

Para que el proceso de monitoreo pueda llevarse adelante, los dispositivos móviles deben ser cargados previamente a la realización del monitoreo con toda la información requerida por los observadores para realizar los registros: especies, tipos de hábitats, porcentajes permitidos, usuarios, observadores, información de rutas, etc.

La carga de esta información en el dispositivo es realizada automáticamente mediante archivos de texto con formato preestablecido, evitando el ingreso manual. Esto hace posible además, que, en caso de ser necesario agregar nuevos datos, esta tarea sólo implique la edición de los archivos. En relación al formato de los archivos, los mismos están compuestos por campos que deben estar separados por punto y coma y cada campo debe respetar su tipo de dato, tal como muestra la Figura 15 para el archivo InfoRutas.txt.

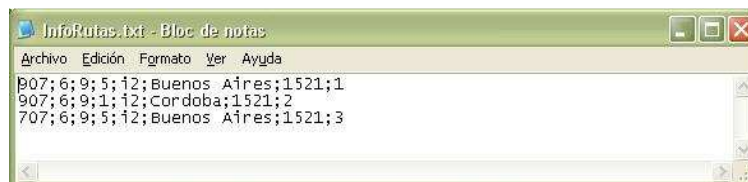


Fig. 15. Formato de archivo InfoRutas.txt.

Esta carga de información ya codificada y conocida en los dispositivos antes de comenzar el proceso de monitoreo, permite simplificar el proceso de relevamiento, haciendo que disminuya en gran medida la cantidad de datos que requiere ingresar o registrar el observador en cada punto de la ruta.

Descarga de datos del monitoreo.

Los datos del relevamiento de las aves son descargados a archivos de texto con formato preestablecido. Para la carga de los datos relevados al sistema BirdGis, los archivos pueden ser manejados de manera independiente utilizando cada uno para realizar la carga al sistema.

Al finalizar el monitoreo, para cada punto de las rutas se generan tres archivos conteniendo la información relevada: Archivo RegistroEstructuraPUNTO, Archivo RegistroPresAusPUNTO y Archivo RegistroAbundanciaPUNTO, correspondientes a cada uno de los registros realizados.

Luego de que la información de estos archivos es cargada al sistema BirdGis, los datos son procesados e integrados en el sistema de información geográfico para realizar los análisis espaciales y gestión de la información.

2.7 Documentación

Durante el desarrollo de todo el proyecto se generó documentación y se ha confeccionado el Manual de Usuario, para dar soporte a los usuarios que utilicen BirdMovil. En dicho manual se muestra en detalle cada una de las funcionalidades del sistema.

3 Resultados y conclusiones

Se ha logrado desarrollar e implementar un sistema móvil para el cual se han relevado los datos a ser gestionados por el sistema, generando un modelo que promueve la obtención y gestión consistente y eficiente de la información obtenida en campo.

También se han analizado y seleccionado las herramientas de software que se consideraron más adecuadas para desarrollar el sistema móvil y lograr una óptima gestión de la información a ser relevada por parte de los observadores.

Se desarrolló la aplicación definiendo una interfaz gráfica adecuada y amigable para el usuario, facilitando así su interacción con el sistema, y logrando de esta manera un uso efectivo de BirdMovil.

El sistema desarrollado ha permitido lograr los siguientes beneficios para la recolección de datos para el proyecto de Monitoreo Ecotoxicológico de Biodiversidad en Agroecosistemas que se lleva adelante:

- Mayor número de transacciones posibles al mismo tiempo que el proceso manual.
- Facilidad para administrar la información durante el proceso de monitoreo.
- Recolección de datos con mecanismos de validación, con una reducción considerable del porcentaje de errores asociados a la toma manual de los datos recolectados.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de altos costos para la corrección de errores y para el ingreso de datos al sistema central BirdGis.

El uso de las tecnologías móviles brinda inmensas posibilidades. La aplicación de estas tecnologías para el desarrollo de BirdMovil ha mostrado la gran utilidad y el papel fundamental que puede tener el uso de las mismas en la gestión de información de calidad.

Como trabajo futuro se trabajará en el desarrollo de un sistema de información que permita la carga automática a la base de datos del sistema BirdGis de los datos recolectados por medio de BirdMovil, para lograr así simplificar aún más el proceso en su totalidad.

Bibliografía

Bianco, P. A. (2005). *Desarrollo de Aplicaciones Basadas en XML Web Services para Dispositivos Móviles con Microsoft .NET Compact Framework*. Proyecto Final de Carrera, Universidad de Belgrano, Buenos Aires.

Cóccola, M., & Pereyra, N.G. (2009). *Sistema de Información Geográfico para el monitoreo poblacional de aves en agroecosistemas*. Proyecto Final de Carrera. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe.

INTA. (2012). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://inta.gob.ar/>

NetBeans. (2012). *NetBeans IDE*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://netbeans.org/features/index.html>

Open Source Initiative. (2012). *Open Source Initiative*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://www.opensource.org/>

Oracle-Java ME. (2006). *Java ME and Java Card Technology*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://www.oracle.com/technetwork/java/javame/index.html>

Oracle-LWUIT. (2012). *Lightweight UI Toolkit*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://www.oracle.com/us/technologies/java/mobile/lwuit/overview/index.html>

Oracle-LWUITDeveloper Guide. (2012). *Introducing the Lightweight UI Toolkit Library*. Consultado en Mayo de 2012, de http://docs.oracle.com/javame/dev-tools/lwuit-1.4/LWUIT_Developer_Guide_HTML/cefiegjh.html

Oracle-WTK. (2006). *Sun Java Wireless Toolkit 2.5.2_01 for CLDC*. Consultado en Mayo de 2012, de <http://www.oracle.com/technetwork/java/download-135801.html>

Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*.

Sendra, B. (2002). *Sistemas de Información Geográfica*. Rialp.

Sommerville, I. (2010). *Software Engineering*. 9th. Edition. Addison-Wesley.

Canavelli, S.M.E. *Monitoreo Extensivo de Aves en el Centro-Sur de Entre Ríos* . Consultado en Mayo de 2012, de http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_12/38.htm